
Bemalingsadvies en
barrierewerking
Herbestemming
Mauritskade 61 te
Amsterdam



Hillgate investments B.V.
Dhr. T. Vlasman
Herenweg 6
2242 ES Wassenaar

© 2018 CRUX Engineering BV
Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CRUX Engineering BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Documentenlocatie
\\dserver02\Projecten\181xx\18368 Hill Herbestemming Mauritskade 61 A'dam\01 RAP\qcheck\RA18368b3 Bemalingsadvies en barrierewerking Mauritskade 61 Amsterdam WIN.docm

CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam

Amsterdam
Delft
Eindhoven

+31(0)20 494 30 70
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

Rapport

Onderwerp

Bemalingsadvies en
barrierewerking
Herbestemming
Mauritskade 61 te
Amsterdam

Projectnummer

18368

Documentnummer

RA18368b3

Versie

3

Datum

30 november 2018

Status

-

Opgesteld

Msc. R. Brugman

Gecontroleerd

drs. G.W. Winters

Vrijgave

ir. G. Meinhardt

Versies

-

Formulier

RA-01-v18.0622

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5		
1.1	Algemeen	5		
1.2	Projectlocatie en omgeving	5		
2	Uitgangspunten	6		
2.1	Documenten	6		
2.2	Programmatuur	6		
2.3	Grondopbouw	6		
2.3.1	Algemeen	6		
2.4	Waterstanden en polderpeilen	7		
2.4.1	Polderpeilen en open water	7		
2.4.2	Freatische grondwaterstand	7		
2.4.3	Grondwaterstand wadzand	8		
2.4.4	Stijghoogte watervoerend pakket	8		
2.4.5	Samenvatting	9		
2.5	Ontwerpgegevens	9		
2.5.1	Ontgravingsniveaus	9		
2.5.2	Fasering	10		
2.5.3	Belendingen in ontwerp	10		
2.6	Stabiliteit bouwputbodem	10		
2.6.1	Algemeen	10		
2.6.2	Resultaten	10		
2.6.3	Locatie 4	11		
2.6.4	Conclusie	11		
2.7	Overige verticale belendingen in de ondergrond	11		
3	Bemalingsdebieten en waterstanden	12		
3.1	Algemeen	12		
3.2	Grondwaterdaling gesloten bouwkuip	12		
3.2.1	Algemeen	12		
3.2.2	Freatische grondwaterstand	12		
3.2.3	Grondwaterstand wadzandlaag	13		
3.2.4	Stijghoogte watervoerend pakket	13		
3.3	Grondwaterdaling open bouwkuip	13		
3.3.1	Freatische grondwaterstand	14		
3.3.2	Grondwaterstand wadzandlaag	14		
3.3.3	Stijghoogte watervoerend pakket	14		
3.4	Debiet en waterbezwaar	14		
3.4.1	Bemalingsdebiet	14		
3.4.2	Neerslagdebiet	14		
3.4.3	Waterbezwaar	15		
4	Bemalingsontwerp	16		
4.1	Gesloten bouwkuip	16		
4.1.1	Onttrekking freatisch pakket	16		
4.2	Onttrekking wadzandlaag	16		
4.3	Open bouwkuip	16		
4.4	Lozen van bemalingswater	17		
5	Omgevingseffecten	18		
5.1	Zettingen	18		
5.2	Verontreinigingen	18		
5.3	Archeologie en rijksmonumenten	18		
5.4	Grondwaterbeschermingsgebieden, Natuurgebieden en landbouw	18		
5.5	Overige onttrekkingen (bemalingen, saneringen en WKO)	18		
6	Barrière werking	19		
6.1	Model	19		
6.2	Barrièrewerking	19		
6.3	Mitigerende maatregelen	20		
7	Vergunningen en meldingen	21		
7.1	Grondwateronttrekking	21		
7.2	Lozing van het bemalingswater	21		
8	Conclusies en aanbevelingen	22		
8.1	Conclusies	22		

Lijst van Figuren

-	
Figuur 1 Projectlocatie (bron: Open streetmap en BAG)	5
Figuur 2 Polderpeilen en watergangen op de projectlocatie	7
Figuur 3 Peilbuis E06374 freatische grondwaterstand	7
Figuur 4 Peilbuis E06002 grondwaterstand wadzandlaag	8
Figuur 5 Peilbuis E06088, E06370 stijghoogte wvp	8
Figuur 6 Ontgravingsniveaus	9
Figuur 7 Verlagingscontouren ten opzichte van NAP -0,55m in het freatisch pakket in	12
Figuur 8 Verlagingscontouren ten opzichte van een grondwaterstand van NAP -1,7m in het wadzandlaag	13
Figuur 9 Verlagingscontouren ten opzichte van een stijghoogte van NAP -1,7m in het watervoerend pakket	13
Figuur 10 Verlagingscontouren ten opzichte van NAP -0,55m in het freatisch pakket in	14
Figuur 11: Neerslag dagwaarden van het KNMI [8]	15
Figuur 12 Verlaging grondwaterstand wadzandlaag over tijd	16
Figuur 13 Effecten van de damwanden op de bestaande freatische grondwaterstand (rood = verhoging, blauw = verlaging)	19
Figuur 14 Effecten van de damwanden op bestaande grondwaterstand wadzandlaag (rood = verhoging, blauw = verlaging)	19
Figuur 15 Effecten van de damwanden in combinatie met de drainage/infiltratie op de bestaande freatische grondwaterstand (rood = verhoging, blauw = verlaging).	20
Figuur 16 Effecten van de damwanden in combinatie met de drainage/infiltratie op de bestaande grondwaterstand in de wadzandlaag (rood = verhoging, blauw = verlaging).	20

Lijst van Tabellen

-	
Tabel 1 Globale bodemopbouw	6
Tabel 2 Analysewaarden peilbuismetingen E06374	8

Tabel 3 Analysewaarden peilbuismetingen E06002	8
Tabel 4 Analysewaarden peilbuismetingen E06088, E06370	9
Tabel 5 Maatgevende grondwaterstanden	9
Tabel 6 Max ontgravingsniveau incl. 50cm grondverbetering	10
Tabel 7 Resultaten veiligheid verticaal evenwicht	10
Tabel 8 Waterbezwaar	15

Lijst van Bijlagen

-	4/24
---	------

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Hillgate investments BV heeft CRUX Engineering BV een bemalingsadvies en barrièreanalyse opgesteld ten behoeve van de realisatie van een 1-laags parkeergarage in het kader van een grote renovatie en herbestemming van het gebouw uit 1908 aan de Mauritskade 61 te Amsterdam naar een hotel.

De resultaten en uitgangspunten van het bemalingsadvies en de barrièreanalyse zijn weergegeven in voorliggend rapport.

1.2 Projectlocatie en omgeving

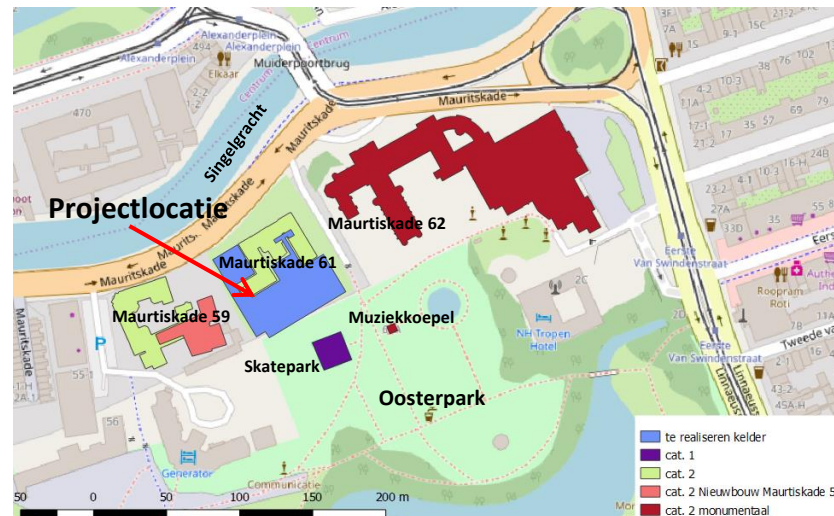
In Figuur 1 is de locatie van het project weergegeven. Het voornemen is de bouwkuip direct langs en gedeeltelijk onder het bestaande pand aan de Mauritskade 61 te realiseren.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
RA18368b3

Pagina

5/24



Figuur 1 Projectlocatie (bron: Open streetmap en BAG)

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gebruikt voor de berekeningen:

- [1] Lankelma; rapport *Grondonderzoek aan de Mauritskade 61 te Amsterdam*; 13.18069; d.d. 11-12-2013
- [2] Geomechanica; rapport *Grondonderzoek t.b.v. fundatie aan de Mauritskade 61, te Amsterdam*; 4170.15; d.d. 27-05-2018
- [3] Lankelma; rapport *Resultaten Grondonderzoek Nieuwbouw, Mauritskade 61 te Amsterdam*; 1703248 RG; d.d. 31-08-2018
- [4] Fugro; rapport *Funderingsonderzoek betreffende Mauritskade 61 te Amsterdam*; opdrachtnummer 4009-0541-00; d.d. 25 februari 2010;
- [5] Van Rossum; tekening Doorsnede A-A t/m E-E; DO00 S01 t/m S05; d.d. *verstuurd op 11 september 2018*
- [6] Van Rossum; rapport *Constructieve uitgangspunten*; 9593-BA-001; d.d. 27-07-2018;
- [7] Lankelma; KLIC-melding *KLIC Mauritskade 61 Amsterdam*; d.d. 10 augustus 2018
- [8] CRUX; rapport; *Bouwkuipadvies Herbestemming Mauritskade 61 Amsterdam*, RA18368a1; 10 oktober 2018..

2.2 Programmatuur

Voor de ontwerpberekening van zowel de bemaling als de barrièrewerking is modflow toegepast. De toegepaste schil voor modflow is Groundwater Vistas versie 7.17, Build 15.

2.3 Grondopbouw

2.3.1 Algemeen

Door Lankelma, Geomechanica en Fugro is in de jaren 2013, 2015 en 2018 op locatie grondonderzoek uitgevoerd, zie [1] t/m[4]. In Tabel 1 is de globale bodemopbouw gegeven.

De doorlatendheid van het Pleistocene pakket is bepaald op basis van literatuurgegevens (Dinoloket). De doorlatendheden van de diverse lagen in het Holocene pakket is bepaald aan de hand van ervaringsgetallen.

Tabel 1 Globale bodemopbouw

	Grondsoort	Bovenzijde grondlaag	Doorlatendheid
	[-]	[NAP...m]	[m/d]
Holocene	Aanvulling	+0,73 à -0,06	2-5
	Hollandveen	-1,5 à -5,0	0,05
	Oude zeeklei	-5,3 à -6,5	0,1
	Wadzand	-7,0 à -8,5	3-5
	Hydrobia klei	-9,0 à -9,5	0,1
	Basisveen	-11,5 à -12,0	0,01
Pleistoceen	Eerste Zandlaag	-11,8 à -12,5	15
	Zandige Klei	-15,0 à -16,0	0,5
	Tweede zandlaag	-15,0 à -20,0	23
	Eemklei	-25,0	Geohydrologische basis

2.4 Waterstanden en polderpeilen

2.4.1 Polderpeilen en open water

De projectlocatie valt onder het beheersgebied van het waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV). Het AGV hanteert in grote delen van Amsterdam een vast peil van NAP -0,4 m, echter op de projectlocatie zijn geen gegevens beschikbaar of is geen peil ingesteld. In het zuidoostelijke gedeelte van Amsterdam Zuid-oost wordt een vast peil van NAP -5,5 m gehandhaafd.

Opvallend is dat ten zuiden van de projectlocatie een separaat peil van NAP -2,15 m wordt gehanteerd in het Oosterpark. In het verleden (onderdeel van de Overamstelsche polder) is op de projectlocatie eveneens een polderpeil gehandhaafd van NAP -2,15 m.

De diverse poldergebieden worden gescheiden door watergangen met een vast peil van NAP -0,4 m. Een overzicht van de polders en watergangen is te vinden in Figuur 2

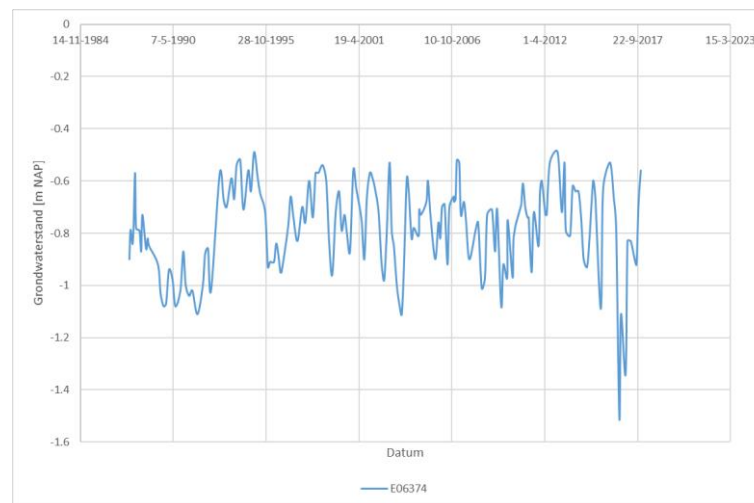


Figuur 2 Polderpeilen en watergangen op de projectlocatie

Aan de hand van de polderpeilen wordt geconcludeerd dat de stromingsrichting van noordwest naar zuidoost is. Door de watergangen is dit alleen het geval op kleine schaal rondom de projectlocatie.

2.4.2 Freatische grondwaterstand

Op de projectlocatie is een peilbuis (E06374) van waternet aanwezig, welke al sinds 1987 wordt gemonitord.



Figuur 3 Peilbuis E06374 freatische grondwaterstand

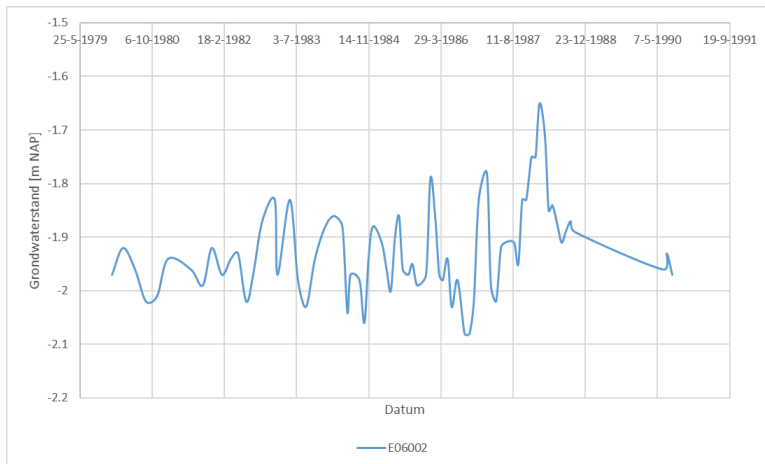
Gezien de nabijheid van de peilbuis en de realistische waarde (iets lager dan het peil in de watergangen) wordt deze peilbuis als maatgevend beschouwd. Tabel 2 geeft de gemiddelde waterstanden van de peilbuis.

Tabel 2 Analysewaarden peilbuismetingen E06374

Waterstand	Waterstand/stijghoogte [NAP...m]
Gemiddeld hoge waterstand (95% percentielwaarde)	-0,54
Gemiddelde waterstand	-0,76
Gemiddeld lage waterstand (5% percentielwaarde)	-1,08

2.4.3 Grondwaterstand wadzand

Het wadzand is in de omgeving van de projectlocatie recent niet meer gemonitord. Van een peilbuis zijn oude meetgegevens bekend. Dit is echter op de locatie van het Oosterpark waar een lager peil van NAP -2,15 m wordt gehandhaafd.



Figuur 4 Peilbuis E06002 grondwaterstand wadzandlaag

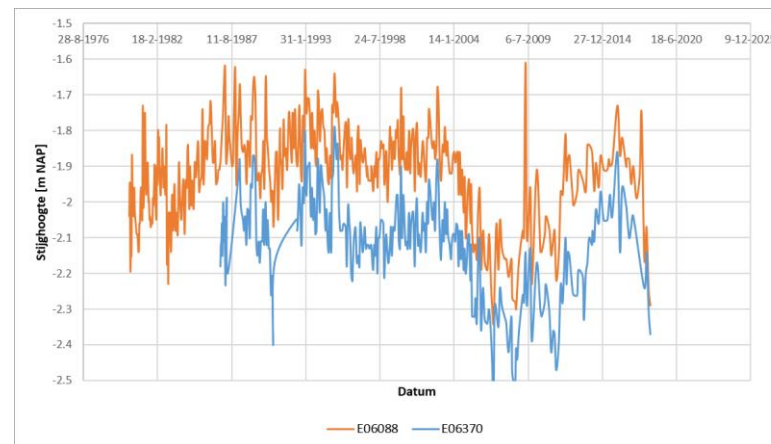
De analyse resultaten zijn weergegeven in Tabel 3. De lage waterstand is vermoedelijk het gevolg van het lage polderpeil. Omdat deze peilbuis in een andere polder is gemeten en naast deze peilbuis geen gegevens bekend zijn wordt in de wadzandlaag een waarde gelijk aan de stijghoogte gehanteerd.

Tabel 3 Analysewaarden peilbuismetingen E06002

Waterstand	Waterstand [NAP...m]
Gemiddeld hoge waterstand (95% percentielwaarde)	-1,77
Gemiddelde waterstand	-1,94
Gemiddeld lage waterstand (5% percentielwaarde)	-2,03

2.4.4 Stijghoogte watervoerend pakket

De stijghoogte in Amsterdam wordt sterk beïnvloed door de polderpeilen en wordt gekenmerkt door een hoogte van circa NAP -2,0 m. Op of rondom de projectlocatie zijn geen recente metingen van de stijghoogte bekend. De dichtstbijzijnde metingen zijn aangetroffen bij het Weesperplein (Metro station). De resultaten hiervan zijn weergegeven in de onderstaande figuur en tabel.



Figuur 5 Peilbuis E06088, E06370 stijghoogte wvp

Tabel 4 Analysewaarden peilbuismetingen E06088, E06370

Waterstand	Stijghoogte E6088 [NAP...m]	Stijghoogte E6370 [NAP...m]
Gemiddeld hoge waterstand (95% percentielwaarde)	-1,73	-1,90
Gemiddelde waterstand	-1,90	-2,11
Gemiddeld lage waterstand (5% percentielwaarde)	-2,16	-2,36

2.4.5 Samenvatting

De maatgevende waterstanden zijn samengevat in de onderstaande Tabel 5. Dit zijn tevens de waterstanden welke worden toegepast in het grondwatermodel. Hierbij dient echter wel opgemerkt te worden dat met name in het freatische pakket een verloop in de waterstand wordt gemodelleerd waarbij een waterstand van NAP -0,55 m op de projectlocatie aanwezig is.

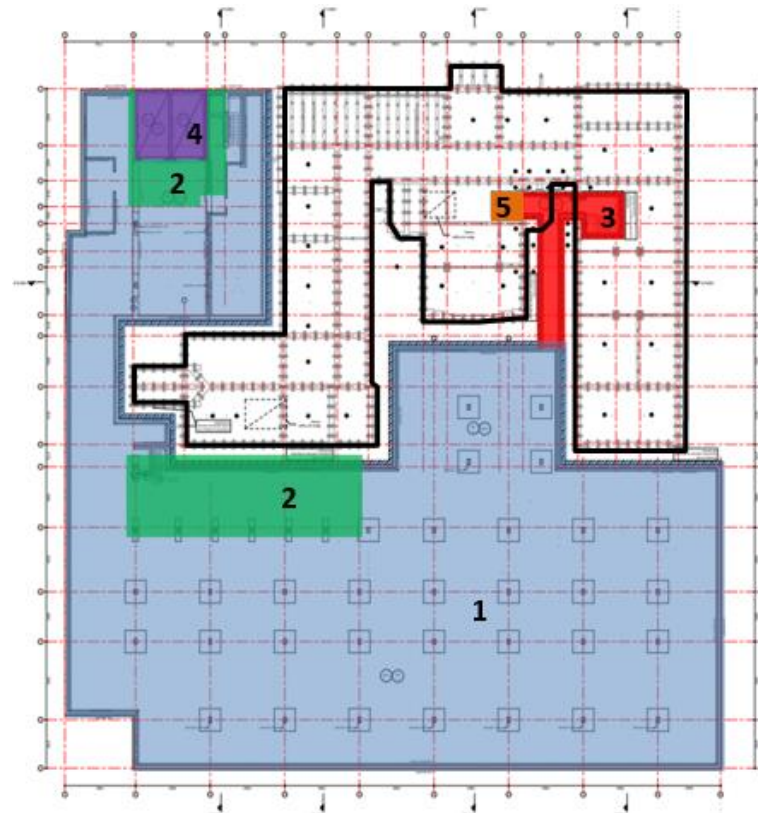
Tabel 5 Maatgevende grondwaterstanden

Waterpeil	Waterstand/stijghoogte [NAP...m]
Polderpeil	n.v.t.
Open water peil	-0,4
Freatisch pakket	-0,55
Wadzandlaag	-1,70
Eerste Zandlaag	-1,70

2.5 Ontwerpgegevens

2.5.1 Ontgravingsniveaus

Op basis van [6] zijn de maximale ontgravingsniveaus inclusief grondverbetering bepaald en in Figuur 6 en Tabel 6 gegeven. Onder de vloer wordt 50 cm grondverbetering aangebracht en onder de poeren en randbalken is dit 30 cm. Hierbij is als uitgangspunt aangehouden dat het peil gelijk is aan NAP +2,69 m, ref[6].



Figuur 6 Ontgravingsniveaus

Tabel 6 Max ontgravingsniveau incl. 50cm grondverbetering

Kleur Figuur 6	Ontgravingsniveau incl. grondverbetering		
	Vloer [NAP...m]	Poer [NAP...m]	Randbalk [NAP...m]
 1	-4,75	-5,0	-4,9
 2	-4,75	-5,3	-4,9
 3	-4,75	-	-4,9
 4	-6,0*	-	-6,3
 5	-6,0	-	-
* Onder onderzijde vloer wordt 30cm grondverbetering aangebracht in verband met het risico opbarsten			

2.5.2 Fasering

Om een worst-case scenario te benaderen is het uitgangspunt dat over de gehele bouwkuip een verlaging tot NAP -5,8 m noodzakelijk is. Uitzondering hierop is vlak 4 en 5 waar een verlaging tot NAP -6,5 m noodzakelijk is.

2.5.3 Belendingen in ontwerp

De vloer wordt over een gedeelte van de bouwkuip tegen de damwanden aangestort. Dit is op de locaties naast het bestaande pand. Als gevolg hiervan is geen bemaling langs deze wanden mogelijk. Hiermee wordt in de modellering rekening gehouden.

2.6 Stabiliteit bouwputbodem

2.6.1 Algemeen

Volgens EC7 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving.

Door het ontgraven van de bouwkuip en het verlagen van de grondwaterstand binnen de bouwkuip neemt de neerwaartse belasting af, wat kan leiden tot opbarsten van de bouwputbodem of tot welvorming. Om dit te controleren is een stabiliteitsberekening in het bouwkuipadvies [8] uitgevoerd, waarbij conform EC7 een partiële materiaalfactor van 1,1 wordt toegepast. De resultaten van de stabiliteitsberekeningen zijn in onderstaande paragrafen beschreven.

2.6.2 Resultaten

In Tabel 7 is per ontgravingsniveau het verticaal evenwicht getoetst.

Tabel 7 Resultaten veiligheid verticaal evenwicht

Locatie ontgraving, Figuur 6	Maximaal ontgravings- niveau [NAP...m]	Verticaal evenwicht veiligheidsfactor [-]	
		Wadzandlaag*	Eerste Zandlaag
 1**	-4,9	1,36	1,12
 2**	-4,9	1,36	1,12
 3	-4,9	1,36	1,12
 4***	-6,0	1,04	1,00 / 1,04
 5	-6,0	1,18	1,01
* Vanaf NAP-2,9m ontgraving dient de stijghoogte in de Wadzandlaag met ontlastfilters te worden verlaagd tot maximaal NAP-5,25m bij de maximale ontgraving. ** Grondverbetering in sleuven van 3,5m aanbrengen en verdichten. *** Eerst wordt de grondverbetering van locatie 1 en 2 aangebracht, waarna in sleuven van 1,0m grondverbetering wordt aangebracht en verdicht. De materiaalfactor is gelijk gehouden aan 1,05. Op het moment dat grondverbetering is aangebracht is de veiligheidsfactor gelijk aan 1,04.			

De grondverbetering bij locatie 1 en 2 in sleuven met een maximale breedte van 3,5m aangebracht en verdicht te worden.

2.6.3 Locatie 4

Voor de kortdurende situatie ter plaatse van het verdiepte gedeelte bij locatie 4 is een materiaalfactor van 1,05 aangehouden. Voor de bodemopbouw is de dichtstbijzijnde sondering 1 van Fugro [4] aangehouden.

In het bemalingsadvies is de stijghoogte in de Eerste Zandlaag onderzocht. Hieruit volgt dat de GHG tussen NAP -1,73 m en NAP -1,90 m varieert. Deze snede is op het tijdelijke moment waarop de grondverbetering in sleuven wordt uitgevoerd, uitgegaan van een stijghoogte gelijk aan NAP -1,9 m.

De stijghoogte dient tijdens de uitvoering te worden gemonitord, zodat indien nodig op tijd maatregelen getroffen kunnen worden om opbarsten te voorkomen.

Het positieve vernagelingseffect van de damwand en paalfundering is niet meegenomen in de berekening. Aanbevolen wordt om in een risicoanalyse met behulp van PLAXIS tevens de stabiliteit/sterkte van het grondlichaam te toetsen middels een phi-c reductie aan een stijghoogte NAP -1,70 m in de Eerste Zandlaag.

2.6.4 Conclusie

Uit Tabel 7 volgt dat de stabiliteit van de bouwputbodem voldoet. Hierbij dient eerst de grondverbetering op de locaties 1 en 2 te worden gerealiseerd voordat ter plaatse van de locaties 5 grondverbetering aangebracht kan worden. Daarnaast dient de grondverbetering van locatie 4 in stroken van 1,0 m breedte aangebracht te worden. Waarna direct grondverbetering wordt aangebracht en verdicht.

Vanaf een ontgraving van NAP -2,8 m dient de stijghoogte in de Wadzandlaag middels ontlastfilters verlaagd te worden tot maximaal NAP -5,25 m bij een maximale ontgraving tot NAP -6,3 m.

Aanbevolen wordt om in een risicoanalyse met behulp van PLAXIS tevens de stabiliteit/sterkte van het grondlichaam te toetsen middels een phi-c reductie aan een stijghoogte NAP -1,70 m in de Eerste Zandlaag om voldoende veiligheid te waarborgen.

Daarnaast wordt aanbevolen om de stijghoogte tijdens de uitvoering te monitoren, zodat indien nodig op tijd maatregelen getroffen kunnen worden om opbarsten te voorkomen.

2.7 Overige verticale belendingen in de ondergrond

In de omgeving van de bemaling zijn geen kelders en damwanden bekend behalve de bestaande kelder onder Mauritskade 61.

3 Bemalingsdebieten en waterstanden

3.1 Algemeen

De bemaling van de Mauritskade 61 kan opgedeeld worden in twee bouwkuipen.

1. Een bemaling ten behoeve van de nieuw te realiseren kelder. Deze bemaling bevindt zich binnen een gesloten bouwkuip.
2. Een bemaling ten behoeve van de overgang tussen oud en nieuw en werkzaamheden aan de bestaande souterrain. Deze bemaling wordt niet omsloten door damwanden.

In dit hoofdstuk wordt eerst de bemaling binnen de gesloten bouwkuip behandeld, waarna de effecten van de bemaling ten behoeve van de bestaande souterrain eveneens aan bod komen.

3.2 Grondwaterdaling gesloten bouwkuip

3.2.1 Algemeen

De bemaling van de Mauritskade 61 bestaat uit twee onderdelen.

1. Een bemaling van het freatische pakket binnen de damwanden tot 0,5 meter onder de grondverbetering.
2. Een spanningsbemaling of ontlasting van de wadzandlaag binnen de damwanden tot een niveau van NAP -5,25 m.

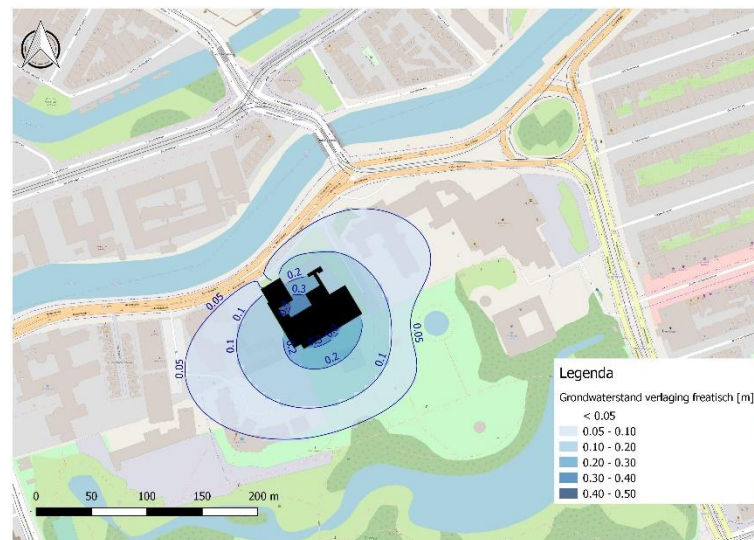
Beide bemalingen worden gelijktijdig uitgevoerd en worden gezamenlijk gemodelleerd.

In de modelering is uitgegaan van goed aangebrachte damwanden met een lek door de sloten van de damwanden waardoor in alle waterlagen invloed van de bemaling wordt gemeten.

De modellering is berekend voor een stationaire situatie waardoor de resultaten een maximale verlaging weergeven.

3.2.2 Freatische grondwaterstand

De invloed van de bemaling is een gevolg van lekkages in de damwanden. Figuur 7 kan daarom gezien worden als een worst case scenario. Een maximale verlaging van circa 0,4 m (NAP - 0,95 m) onder het bestaande pand wordt berekend. Dit is binnen de natuurlijk grondwaterstand fluctuatie.

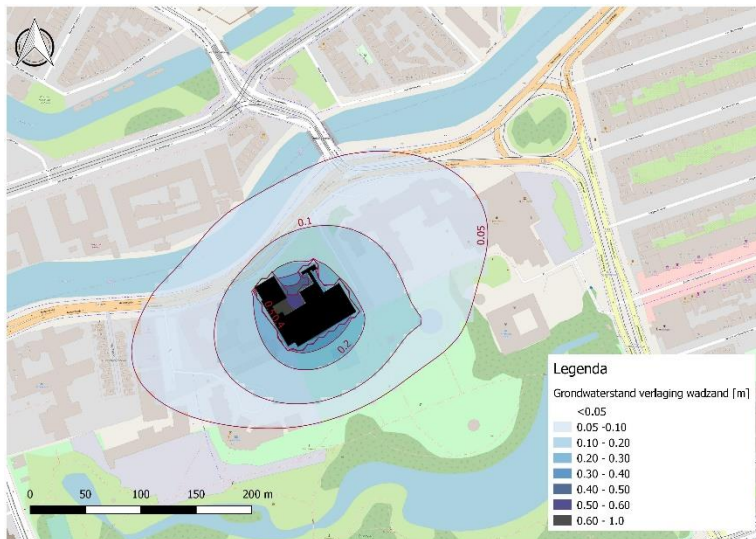


Figuur 7 Verlagsingscontouren ten opzichte van NAP -0,55m in het freatisch pakket

3.2.3 Grondwaterstand wadzandlaag

De verlaging in de wadzandlaag is evenals het freatisch pakket een gevolg van lekkage in de damwanden. In een stationaire situatie zoals is berekend wordt ook invloed als gevolg van verlaging in het watervoerend pakket berekend. De maximale verlaging is circa 0,6 meter (laagste grondwaterstand NAP-2,30m), zie Figuur 8. Omdat de peilbuis in de wadzandlaag als onbetrouwbaar wordt gezien is de verlaging moeilijk te relateren aan de metingen.

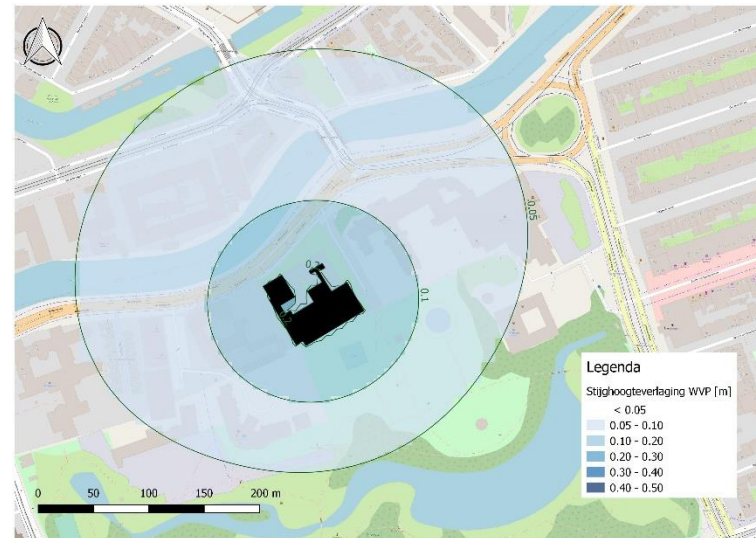
De waterstand is lager dan de natuurlijke fluctuatie, wat inhoudt dat dit als een risico wordt beschouwd. Echter omdat de gekozen uitgangspunten worst-case zijn, wordt geadviseerd een peilbuis te plaatsen en te monitoren op een signaalwaarde van NAP -2,15 m (historisch polderpeil).



Figuur 8 Verlagingcontouren ten opzichte van een grondwaterstand van NAP -1,7m in het wadzandlaag

3.2.4 Stijghoogte watervoerend pakket

De verlaging in de stijghoogte is een gevolg van een groot niveauverschil tussen de waterstand in de bouwkuip (als gevolg van bemaling) en het natuurlijke peil in het watervoerend pakket. De aanwezigheid van de zandige klei verkleint het watervoerend vermogen van het pakket en vergroot het invloedsgebied. Dit heeft als gevolg dat de verlaging in het watervoerend pakket in een stationaire omgeving kan oplopen naar circa 0,2 meter onder de bouwkuip, zie Figuur 9.



Figuur 9 Verlagingcontouren ten opzichte van een stijghoogte van NAP -1,7m in het watervoerend pakket

3.3 Grondwaterdaling open bouwkuip

Voor de bemaling voor het souterrain wordt alleen een freatische bemaling aangebracht aangezien het niveau van bestaande bouw wordt verlaagd naar NAP -0,56 m. Een freatische bemaling tot circa NAP -1,00 m is voorzien.

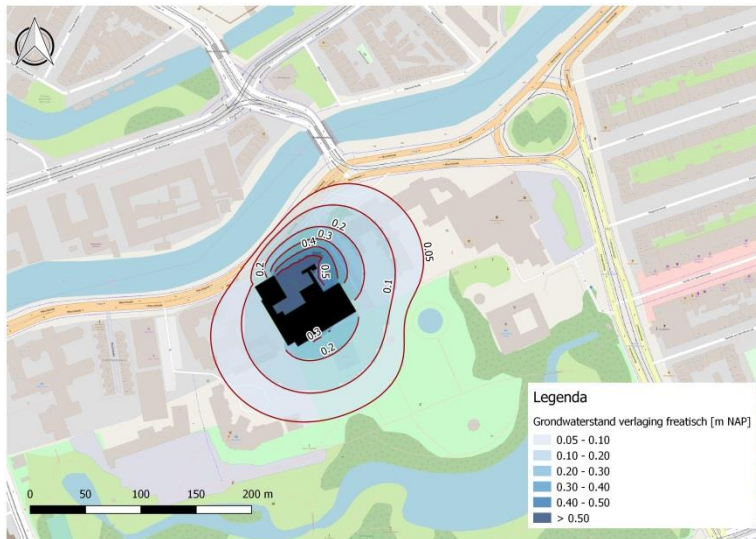
Door een eventueel gebrek aan ruimte om de bemaling te plaatsen, wordt het conservatieve uitgangspunt aangehouden dat de bemaling aan de buitenzijde van de bestaande bouw geplaatst moet worden

De bemaling binnen de bouwkuip (3.2 Grondwaterdaling gesloten bouwkuip) is meegenomen in de modellering.

De modellering is berekend voor een stationaire situatie waardoor de resultaten een maximale verlaging weergeven.

3.3.1 Freatische grondwaterstand

De invloed van de bemaling is het grootst in noordoosten van de Mauritskade 61i (Figuur 10). Een maximale verlaging van circa 0,15 m (NAP -0,80 m) onder het naastgelegen pand ten oosten van de projectlocatie wordt berekend.



Figuur 10 Verlagingcontouren ten opzichte van NAP -0,55m in het freatisch pakket in

3.3.2 Grondwaterstand wadzandlaag

De bemaling wordt alleen uitgevoerd in de freatische bodemlaag waardoor een verlaging in de wadzandlaag niet aan de orde is.

3.3.3 Stijghoogte watervoerend pakket

De bemaling voor de bestaande souterrain heeft geen effect op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket.

3.4 Debiet en waterbezwaar

3.4.1 Bemalingsdebiet

Het stationaire bemalingsdebiet voor de bemaling binnen de bouwkuip is berekend op 245 m³/dag (11 m³/uur) aan lekwater en toestroom van onderaf. Omdat de benodigde bemaling sterk afhankelijk is van het lekdebiet is de onzekerheid sterk afhankelijk van de uitvoering.

Tijdens de opstartfase wordt het grondwater in de bouwkuip door de bemaling weg gepompt. Het totale volume aan water aanwezig is 5.200 m³.

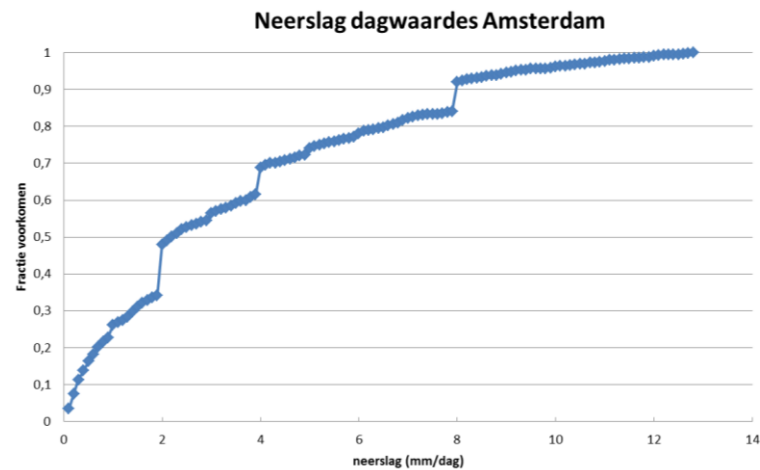
De bemaling voor de open bouwkuip (bestaande souterrain) is berekend op circa 10 m³/uur.

3.4.2 Neerslagdebiet

Neerslag dat direct op de bouwkuip ofwel de projectlocatie valt, dient afgevoerd te worden. Om een schatting van het bijbehorende debiet te maken, berekenen we het debiet gebaseerd op de dagwaardes van neerslag dat gerapporteerd is door het KNMI in het meetstation te Amsterdam (zie Figuur 11: Neerslag dagwaarden van het KNMI [8]). De gemiddelde neerslag is 2,2 mm/dag, waarbij droge dagen niet zijn meegenomen.

Een extreem natte dag is 9,2 mm/dag, die slechts 1:20 keer voorkomt t.o.v. alle natte dagen. De oppervlakte van de bouwkuip (ofwel de bouwlocatie) is circa 2900 m². Dit betekent dat regen kan zorgen voor een debiet van 6,5 m³/dag (gemiddelde neerslag) tot 27 m³/dag (zware neerslag).

Neerslag dat in de bouwkuip valt wordt in beschouwing genomen voor het totale debiet.



Figuur 11: Neerslag dagwaarden van het KNMI [8]

3.4.3 Waterbezwaar

Het gemiddelde debiet (neerslag en bemaling) is circa 22 m³/uur. Als aanvulling hierop wordt de bouwkuip vooraf leeg gepompt. Het debiet is hierbij op circa 25 m³/uur ingeschat (maximaal debiet is 35 m³/uur in de opstartfase). Dit houdt in dat de waterstand in de bouwkuip in 9 dagen op diepte is.

De duur van de werkzaamheden is circa 14 maanden.

Tabel 8 Waterbezwaar

		Debiet [m ³ /uur]	Duur [dagen]	Waterbezwaar [m ³]
Opstartfase	Max	25	Circa 9	5200
Onttrekking gesloten bouwkuip	stationaire	11	418	110.352
Onttrekking open bouwkuip	stationair	10	427	102.480
Neerslag	Gemiddeld	0,3	427	3074
Totaal				221.106

4 Bemalingsontwerp

4.1 Gesloten bouwkuip

4.1.1 Onttrekking freatisch pakket

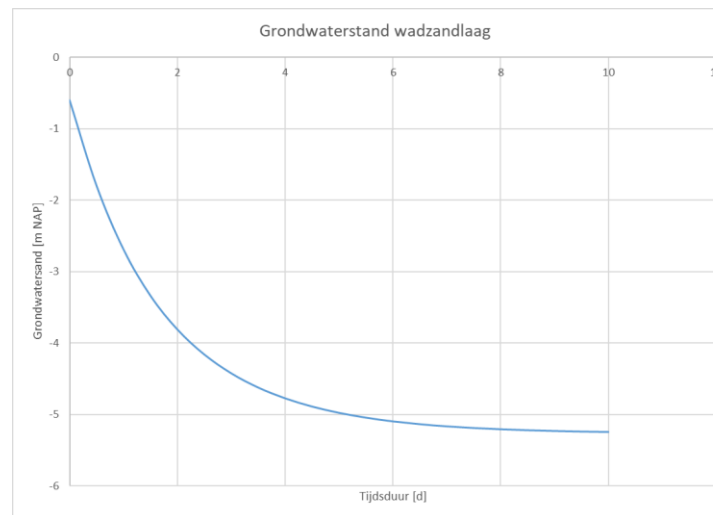
Door de lage instroom en het opvangen van neerslag wordt voor het freatische pakket een combinatie tussen filters en open bemaling voorgesteld. Filters worden gebruikt voor de initiële verlaging gevolgd door open bemaling voor lekwater en regenwater. De filters kunnen uitgevoerd worden in combinatie met de ontlastfilters in de wadzandlaag.

4.2 Onttrekking wadzandlaag

In het geval dat de damwand grenst aan het bestaande pand, wordt de vloer tegen de damwand aangestort. Dit houdt in dat het niet praktisch is om bemaling te plaatsen bij deze damwanden. Als gevolg hiervan zal het verlagen van de waterdruk in de wadzandlaag langer duren. De duur hiervan is berekend met modflow en weergegeven in Figuur 12.

In combinatie met het leeg pompen van het freatische pakket wordt daarom voorgesteld om de bemaling minimaal 5 dagen voor start van de ontgraving te activeren.

Door de grote afstand tussen de bemaling en onderdeel 3 en 5 in Figuur 6 is het niet met zekerheid te zeggen of voldoende spanningsverlaging wordt behaald. Geadviseerd wordt om hier tijdelijke ontlastfilters te plaatsen.



Figuur 12 Verlaging grondwaterstand wadzandlaag over tijd

4.3 Open bouwkuip

Voor de werkzaamheden wordt voorgesteld om een bemaling uit te voeren door middel van een ondiepe filterbemaling binnen de souterrain om lokaal de freatische grondwaterstand te verlagen. De bestaande vloer kan met deze waterstand droog, of hooguit met behulp van een klokpomp verwijderd worden.

Deze uitvoeringsmethode resulteert in kleinere omgevingseffecten dan in hoofdstuk 3 is berekend. In het geval dat binnen de wanden van de souterrain niet haalbaar is om bemaling te plaatsen, is hiermee rekening gehouden en de bemalingberekening. Bij een bemaling buiten de wanden van de souterrain is de verwachting dat de waterstand in de souterrain zeer langzaam wordt verlaagd.

4.4 Lozen van bemalingswater

Het lozen zal plaatsvinden op de naastgelegen watergang of via de riolering. De lozingslocatie wordt bepaald in overleg met de aannemer en het bevoegd gezag.

5 Omgevingseffecten

5.1 Zettingen

Een verlaging van de grondwaterstand resulteert in een toename van de korrelspanningen wat zettingen tot gevolg kan hebben. De kans en mate van zettingen zijn sterk afhankelijk van de bodemopbouw, verlaging van de grondwaterstand en de duur van de verlaging.

Door de waterstandsverlaging in de wadzanden zijn zettingen op de projectlocatie mogelijk. Dit is echter nihil ten opzichte van de effecten van de bouwwerkzaamheden.

Buiten de bouwkuip zijn lage grondwaterstandverlagingen berekend als gevolg van de damwanden en slecht doorlatende deklaag. De verlaging in de waterstanden in de omgeving en stijghoogte zijn echter veel minder dan het oude Overamstelsche polder niveau van NAP -2,15 m waardoor noemenswaardige zettingen niet verwacht worden.

Een uitzondering hierop is de waterstandsverlaging in de Wadzandlaag onder het bestaande pand van de Mauritskade 61. Omdat dit een worst-case benadering betreft wordt geadviseerd om hier een peilbuis te plaatsen.

5.2 Verontreinigingen

Op de projectlocatie is enkel een verkennend bodemonderzoek (bodempluk) in februari 2013 uitgevoerd. De verwachting is dan ook dat geen verontreinigingen aanwezig zijn.

Ten zuidoosten van de projectlocatie is een BUS-melding aangevraagd en saneringsplan ingediend. Het is onduidelijk om welke type verontreiniging (bodem of grondwater) en welke stof het gaat.

Op basis van een doorlatendheid van 5 m/d en poriënvolume is de maximale verplaatsing van water circa 5 cm. Afhankelijk van de retardatie coëfficiënt van verontreiniging is de verplaatsing lager. De mogelijke verplaatsing is zeer laag en niet waarneembaar. De verwachting is dan ook dat de bemaling geen effect heeft op een lopende sanering.

5.3 Archeologie en rijksmonumenten

In de omgeving zijn diverse oude panden, waaronder de Mauritskade 61, aanwezig. Deze panden zijn veelal op houten palen gefundeerd. Door zowel lager gemeten grondwaterstanden en het historische polderpeil van NAP -2,15 m wordt geen effect hierop verwacht.

5.4 Grondwaterbeschermingsgebieden, Natuurgebieden en landbouw

Het dichtstbijzijnde natuurgebied is het Oosterpark. Aangezien op de locatie van het Oosterpark geen verlaging wordt berekend is het effect van de bemaling op natuur nihil.

5.5 Overige onttrekkingen (bemalingen, saneringen en WKO)

Door de geringe grondwateronttrekking is een merkbaar effect op overige onttrekkingen en ondiepe WKO installaties uitgesloten.

6 Barrière werking

6.1 Model

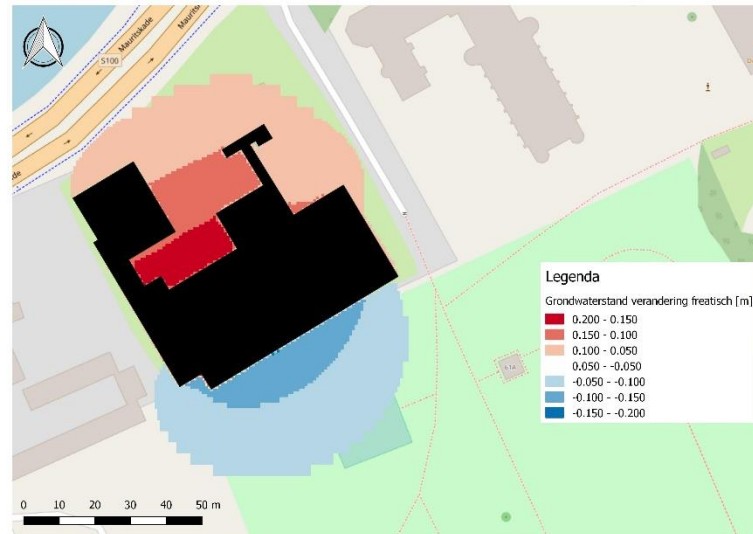
De barrièrewerking is berekend met hetzelfde model als de grondwateronttrekking. Deze is gekalibreerd op de beschikbare peilbuizen beschreven in hoofdstuk 2.

6.2 Barrièrewerking

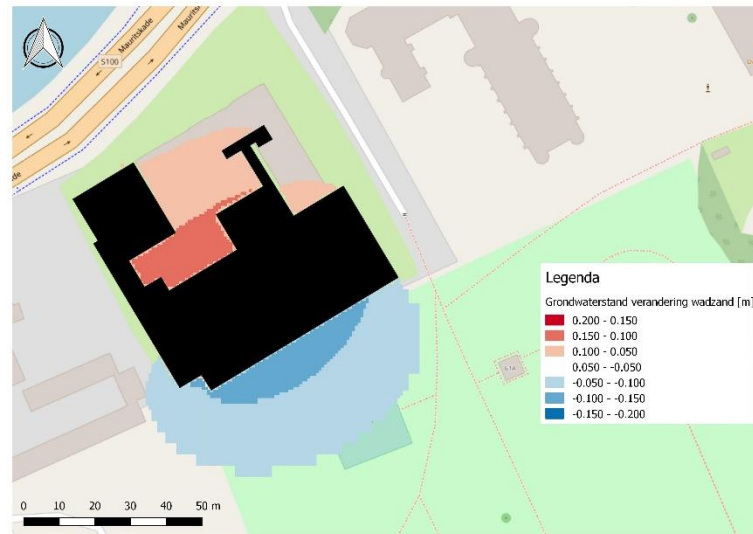
De barrièrewerking wordt weergegeven in verhogingen en verlagingen ten opzichte van de bestaande grondwaterstand. Omdat de damwanden tot circa NAP -16,5 m worden geplaatst is de barrièrewerking in het freatische pakket, wadzandlaag en watervoerend pakket berekend. Indien een gedeelte van de damwanden weer worden getrokken zal de barrièrewerking van de damwanden minder zijn.

Figuur 13 en Figuur 14 geven de waterstandsverhogingen en verlagingen in het freatische pakket en wadzandlaag. De effecten van de barrièrewerking in het watervoerend pakket zijn niet aanwezig.

Zoals te zien in de figuren veroorzaakt de bouwkuip verhoogde grondwaterstanden (maximaal 18 cm) onder het bestaande pand op de Mauritskade 61 en verlaagde grondwaterstand (maximaal 12 cm) aan de zuidoostzijde van de bouwkuip. De veranderingen in grondwaterstand zijn grotendeels op het terrein van de Mauritskade zelf, waardoor de omgeving nauwelijks wordt beïnvloed. De ontwateringsdiepte bij bestaande wegen worden door het geringe invloedsgebied niet beïnvloedt.



Figuur 13 Effecten van de damwanden op de bestaande freatische grondwaterstand (rood = verhoging, blauw = verlaging)



Figuur 14 Effecten van de damwanden op bestaande grondwaterstand wadzandlaag (rood = verhoging, blauw = verlaging)

6.3 Mitigerende maatregelen

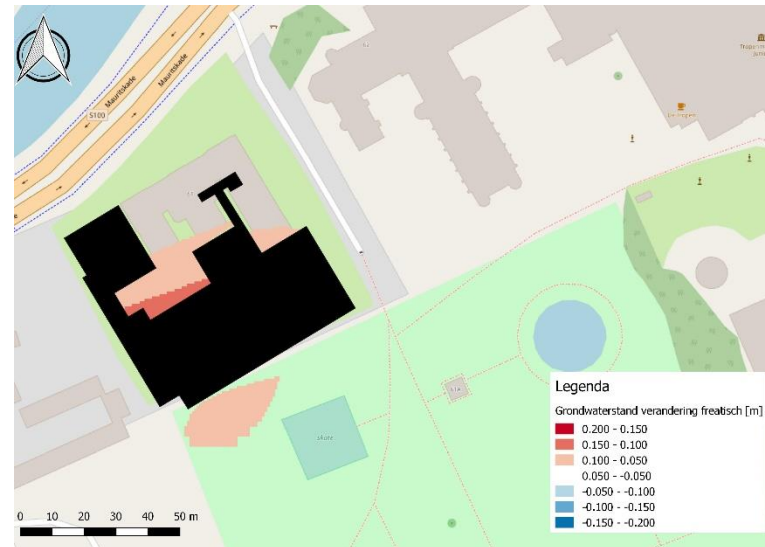
Indien de barrierewerking van de ondergrondse garage moet worden verminderd kan gebruik worden gemaakt van een systeem waarbij bovenstrooms een drain wordt aangebracht en benedenstrooms infiltratievoorzieningen (bijvoorbeeld infiltratiekratten) worden gerealiseerd. De bovenkant van de drain is gemodelleerd op een diepte van NAP -0,6 m en in het model aangebracht over de volledige breedte van het perceel van Mauritskade 61.

Figuur 15 en Figuur 16 geven de veranderingen in grondwaterstand ten opzichte van de gemodelleerde basissituatie in het freatische pakket en de wadzandlaag. Deze veranderingen horen bij een verwachte stroming van ca. 0,5 - 2,0 m³/uur in het drainage-infiltratie systeem.

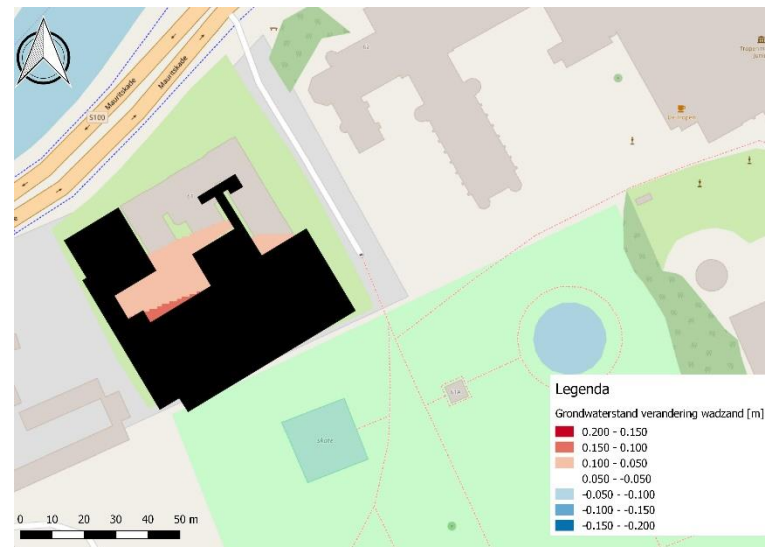
Opgemerkt wordt dat het gemodelleerde drainage-infiltratie systeem in de praktijk zal werken indien wordt voldaan aan de volgende criteria:

- De waterstanden in polders en watergangen blijven in de toekomst zoals omschreven onder 2.4.1.
- Het drainage/infiltratiesysteem ondervindt geen effecten van verstopping.
- Het systeem is ontworpen voor hoge grondwaterstanden. In de situatie van lage waterstanden, wordt de waterstand door het drainage/infiltratiesysteem niet beïnvloed.

De levensduur van de drainage wordt verhoogd indien de drain ten alle tijden onder water ligt. Om te voorkomen dat de drain ook bij lage grondwaterstanden water opneemt, wordt de overgang van de drainage naar de kratten verhoogd tot een niveau van NAP -0,6 m. De infiltratiekratten worden geïnstalleerd tussen de bovenstroomse en benedenstroomse grondwaterstand in, zodat de infiltratiekratten tevens als waterbuffer kunnen functioneren.



Figuur 15 Effecten van de damwanden in combinatie met de drainage/infiltratie op de bestaande freatische grondwaterstand (rood = verhoging, blauw = verlaging).



Figuur 16 Effecten van de damwanden in combinatie met de drainage/infiltratie op de bestaande grondwaterstand in de wadzandlaag (rood = verhoging, blauw = verlaging).

7 Vergunningen en meldingen

7.1 Grondwateronttrekking

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht heeft regels opgesteld voor de onttrekking en het lozen van grondwater.

Een bemaling is vergunningsplichtig indien één van de volgende criteria wordt overschreden:

- Looptijd langer dan 6 maanden
- Debieten: 50 m³/uur, 15.000 m³/maand.

Het berekende onttrekkingsdebiet is hoger dan de vergunningseis van 6 maanden, waardoor een vergunning noodzakelijk is.

7.2 Lozing van het bemalingswater

Geadviseerd wordt om het bronneringswater te lozen op nabij gelegen watergangen. De lozing dient vooraf aangevraagd te worden bij Amstel Gooi en Vecht (AGV), tenzij het water afgevoerd wordt via de riolering. De lozing dient minimaal te voldoen aan het besluit lozen buiten inrichtingen. Dit houdt in dat geen verkleuring van het waterlichaam waarin geloosd wordt mag plaats vinden en de concentratie onopgeloste bestanddelen lager is dan 50 mg/l. Tevens is de lozing kostenplichtig.

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

Voor de bouw van de kelder aan de Mauritskade 61 te Amsterdam wordt een freatische bemaling en spanningsbemaling door middel van ontlastfilters voorzien.

De bouwkuip voor de nieuw te realiseren kelder is volledig omsloten door damwanden waardoor het debiet grotendeels bepaald wordt door mogelijke lekkages in de damwand. Door gebruik te maken van literatuurwaardes is een debiet en invloedsgebied van beiden bemalingen bepaald in het freatische pakket, wadzandlaag en watervoerend pakket. Door de lage onttrekking van circa 11 m³/uur is de invloed naar de omgeving klein. In combinatie met het handhaven van een laag polderpeil in het verleden worden geen effecten op de omgeving verwacht. In een worst case scenario kan de waterstand onder de bestaande bouw op de Mauritskade 61 in de wadzandlaag tot onder NAP -2,15 m worden verlaagd. Geadviseerd wordt om dit te monitoren door middel van een peilbuis tussen de bouwkuip en het bestaande pand.

In het project wordt ook gewerkt aan de bestaande souterrain en de verbinding tussen de oude en nieuwe kelder. Hiervoor is een bemaling tot NAP -1,0 m berekend voor het gehele bestaande pand. Hierbij is het uitgangspunt dat door ruimtegebrek de bemaling aan de buitenzijde van de bestaande bouw geplaatst moet worden.

Het opstartdebiet is ingeschat op 25 m³/uur (exclusief neerslag) voor het leegpompen van de bouwkuip. Hierna neemt het onttrekkingsdebiet af naar circa 11 m³/uur voor de gesloten bouwkuip en 10 m³/uur voor de open bouwkuip (bestaande souterrain) en een neerslag van circa 0,3 m³/dag. Het totale waterbezwaar is circa 221.106m³. Als gevolg van de duur van 14 maanden is de bemaling vergunningsplichtig.

Door de uitvoering is het niet mogelijk om binnen de bouwkuip langs de gehele damwand ontlastfilters te plaatsen waardoor de opstarttijd van de bemaling relatief hoog is (minimaal 5 dagen). Ook wordt geadviseerd om langs een gedeelte van de bouwput verloren filters te plaatsen omdat anders de verlaging niet behaald wordt.

Het plaatsen van de damwanden en kelder veroorzaakt een barrièrewerking voor de grondwaterstroming. Als gevolg van de barrièrewerking zal de grondwaterstand aan de noordwestzijde van de bouwkuip circa 18 cm hoger zijn en aan de zuidoostzijde circa 12 cm lager. Aangezien het effect van de barrièrewerking nauwelijks reikt tot buiten het terrein van Mauritskade 61 worden geen gevolgen voor derden verwacht.

Om de barrièrewerking van de damwanden te compenseren is een drainage / infiltratievoorziening ontworpen. Het omleiden van circa 0,5 – 2,0 m³/uur grondwater leidt tot een sterk verminderd effect van de barrière.

8.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt de definitieve configuratie van bouwkuip [8] en bemaling in dit rapport verder uit te werken in een integraal uitvoeringsontwerp en -fasering, met tekeningen en werkplannen. Gezien de binnenstedelijke omgeving is adequate werkvoorbereiding met faseringstekeningen en gedetailleerde integraal op elkaar afgestemde werkzaamheden (werkplannen) ons inziens noodzakelijk om knelpunten te voorkomen. Hiermee dient rekening worden gehouden in de vervolgfases van het project.

Ter controle van de bemaling wordt geadviseerd om peilbuizen te plaatsen in de verschillende zandlagen. De freatische grondwaterstand en waterstand in de wadzandlaag in de omgeving (op de locatie van andere panden) mag niet lager te zijn dan NAP -2,15 m.

Op locatie van de Mauritskade kan de waterstand in de wadzandlaag reiken tot onder NAP -2,15 m. Geadviseerd wordt om de waterstand naast het bestaande pand te monitoren.

De in dit rapport geschetste bemaling dient door een uitvoerende bemalingsbedrijf verder worden uitgewerkt in een detailbemalingsplan op basis van de inrichting, fasering en planning van de bouwkuip en de werkzaamheden. Aanbevolen wordt om hierbij de systematiek van de BRL12000 te volgen.

Op verzoek kan CRUX het detailbemalingsplan, tekeningen en werkplannen controleren op de in dit rapport gehanteerde uitgangspunten.

